



用户指南

Speck™ 光学模组

2023.03

声明

非经本公司书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本文档内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

商标声明



时识和其他时识商标均为南京时识科技有限公司的商标。
本文档提及的其他所有商标或注册商标，由各自的所有人拥有。

注意

您购买的产品、服务或特性等应受时识科技商业合同和条款的约束，本文档中描述的全部或部分产品、服务或特性可能不在您的购买或使用范围之内。除非合同另有约定，时识科技对本文档内容不做任何明示或默示的声明或保证。

由于产品版本升级或其他原因，本文档内容会不定期进行更新。除非另有约定，本文档仅作为使用指导，本文档中的所有陈述、信息和建议不构成任何明示或暗示的担保。



Speck™2 SoC

光学模组 SYNS91105M

用户指南

产品版本

芯片系列	芯片软件版本	应用版本
Speck™2	2f	

修订记录

修订日期	修订者	版本说明
2023-02	SynSense FAE	初版, V0.1
2020-03	SynSense FAE	V0.2

文档版本 V0.2

发布时间 2023 年 3 月

时识科技有限公司

网址：<https://www.synsense.ai/>

邮箱：sales@synsense.ai

fae@synsense.ai

目录

1. 概述	2
2. Speck™ 芯片简介	3
2.1. 芯片特征	3
2.2. 应用场景	5
3. Speck™ 光学模组	7
3.1. 模组结构图	8
3.2. 模组镜头光学规格	8
3.3. 模组接口	9
4. 推荐工作条件	12
5. Speck™ 光学模组的硬件用法	14
5.1. Speck™ 自启动，从外部 flash 中抓配置	15
5.2. Speck™ 被启动，由外部处理器下载配置	16
5.3. Speck™ 输出管脚说明	17
5.4. SPI-slave 接口	18
6. 芯片配置办法	19
6.1. 利用 SynSense 工具链 Samna 生成 Speck™ 配置二进制文件	19
6.2. Speck™ 自动从 flash 中抓取配置	19
6.3. 外部处理器配置 Speck™	20
7. 后处理	21
8. 附录	22
8.1. 非理想场景及影响因素声明	22
8.2. 频闪背景知识	26
8.3. 某典型应用场景中的实测功耗	28
8.4. 存储容量	29
8.5. 1.98mm 镜头规格	30
8.6. 其他	31
9. 文档更新记录	32
10. 订购须知	32

1. 概述

本用户指南说明了基于 SynSense 时识科技的类脑动态视觉感知与计算的通用 SoC 系列芯片 Speck™2 所制备的光学模组 SYNS91105M 的基本规格、硬件信息和基本用法。

模组特点

- 料号：SYNS91105M
- 内置脉冲神经元数量：32 万
- 内置 DVS*分辨率：128x128
- DVS 靶面宽长比 1:1
- 数据接口：GPIO+Interrupt+SPI（主/从）
- 连接器：BM28B0.6-24DP/2-0.35V(51)
- 光学规格：3.62mm/1.98mm 镜头（详见第三章）
- 尺寸：18.5x9.75x4.98mm/18.5x9.75*3.68mm（详见第三章）

说明：DVS*，Dynamic Vision Sensor，动态视觉传感器，也称 event-based camera，事件相机。

基于 Speck™的光学模组 SYNS91105M 的应用场景包括但不限于以下领域：

- 智能玩具
- 智能家居
- 智能驾舱
- 无人机，无人车
- 电竞
- 电脑、pad 周边
- 直播和录播等

2. Speck™ 芯片简介

在传统 AI 遇到算力瓶颈、能耗瓶颈的今天，类脑计算通过对生物脑神经运行机制和认知行为的借鉴，有望为人工智能技术的进一步发展和应用落地，带来全新的探索思路。采用仿生的异步电路设计，摒除了基于时钟的传统同步电路设计带来的高功耗缺陷，作为类脑智能的关键部分，类脑芯片的这些独特技术优势极大程度地提升了硬件资源利用率和脉冲神经网络的运行效率。

Speck™ 是全球首款“感算一体”类脑智能动态视觉 SoC，集成了异步类脑动态视觉处理器 (DyNap™ CNN) 和动态事件传感器 (Dynamic Event-based Sensor, DVS; 又名 Dynamic Vision Sensor (DVS), Event-based Vision Sensor (EVS), 或 Event Camera (事件相机))。它实现了基于异步逻辑范式的大规模脉冲卷积神经网络 (sCNN) 芯片架构，最多可配置高达 32 万脉冲神经元，并且片内集成了动态视觉传感器 (DVS) 为其提供实时高效的动态视觉输入。

片内集成了当前最好技术水平的、基于事件的、分辨率达 128x128 的动态视觉传感器 (DVS)，Speck™ 2 以超低功耗和超低延迟为永远在线 (always-on) 的 IoT 设备和基于行为识别、手势识别、面部检测、人形跟踪和监视等的边缘计算和人机交互等应用任务铺平了道路。

2.1. 芯片特征

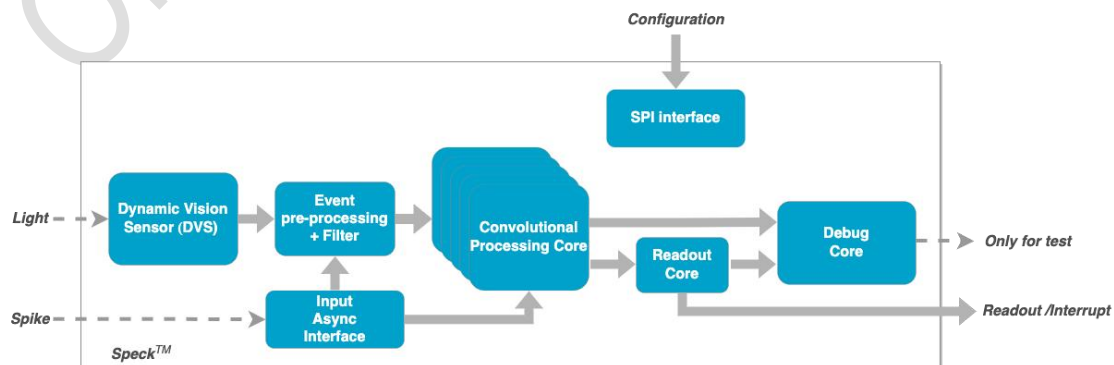


图 1: Speck™ 芯片内部功能框图

主要特征

- 1 个内置 DVS 层
- 9 个卷积层（含 pooling）
- 1 个读出层（READOUT layer）
- SPI 主/从接口，便于配置
- 池化：{1:1, 1:2, 1:4}
- 多扇出操作，最大 2
- 超低功耗

动态视觉传感器阵列（DVS Layer）

- 128x128 像素阵列
- 噪点过滤
- DVS 事件点极性可调
- ROI 可选
- 水平/竖直镜像
- 90°翻转步长
- 动态范围：不小于 80 dB (20*-200k lux)

说明：*20lux - 50lux 使用时，光学传感器阵列灵敏度有略微降低，应用算法模型的延迟有少许增加，有可能存在个别漏判和误判（概率小于 5%，参见附录 8.1 章）

卷积层（CNN Layer）

- 最大 9 个卷积处理层
- 最大输入维度：128x128
- 最大特征图输出：64x64
- 最大通道数：1024
- 权重精度：8 位
- 神经元状态精度：16
- 最大卷积核尺寸：16x16
- 卷积/池化步长：{1, 2, 4, 8} (X/Y 独立)
- 卷积/池化补零：【0:7】 (X/Y 独立)

- 池化：{1:1, 1:2, 1:4}
- 多扇出操作，最大 2
- 每层均支持 Leak 操作
- 支持卷积层输出降采样
- 支持卷积层通信拥塞处理机制
- 第 0 层和第 1 层卷积层支持并行数据处理

读出层 (READOUT Layer)

- 最大 16 个分类输出 (15 个有效+1 个无效, other)
- 滑动均值步长可配{1, 16, 32}
- 4 种读出模式{无效类, 阈值类, 极值类, 特定类}
- 读出层可通过 4 位可编码输出与 1 位中断, 直接输出极值或阈值分类

封装信息 (Package)

- COB
- 光学规格: 3.62mm 或 1.98mm 镜头 (详见第三章)
- 尺寸: 18.5x9.75x4.98mm 或 18.5x9.75*3.68mm (详见第三章)

2.2. 应用场景

Speck™ 创举性的集动态视觉传感和事件驱动运算于一体, 提供高度实时、集成和低功耗的动态视觉解决方案, 在典型应用场景下, Speck™ 可在 mW 级的超低功耗、mS 级的实时响应下, 完成智能场景分析:

- 事件分类
- 行为检测
- 模式识别
- 视觉唤醒/探测
- IoT 交互或控制应用的手势识别
- ace-based 注意力监测

- 超低功耗边缘计算
- 智能设备控制
- 安全/安全监控等

Originated By SynSense

3. Speck™ 光学模组

SYNS91105M 光学模组，是将 Speck™2 芯片基于 COB 封装，辅以必要的硬件设计，并按照典型应用需求配置镜头（这里是 3.62mm），制备成为通用的 Speck™ 模组；作为标准化模组、完备的类脑智能动态视觉解决方案，它支持通过一个 24pin 的 B2B 连接器，与必要外设或其他处理器直接对接，完成信息传递、数据交互或计算结果输出，大大减轻产品开发中的硬件和软件工作量及系统成本，加速客户产品上市时间。

该模组的特点是：小巧精致，高能低耗，简单通用。



图 2：模组正视图

3.1. 模组结构图

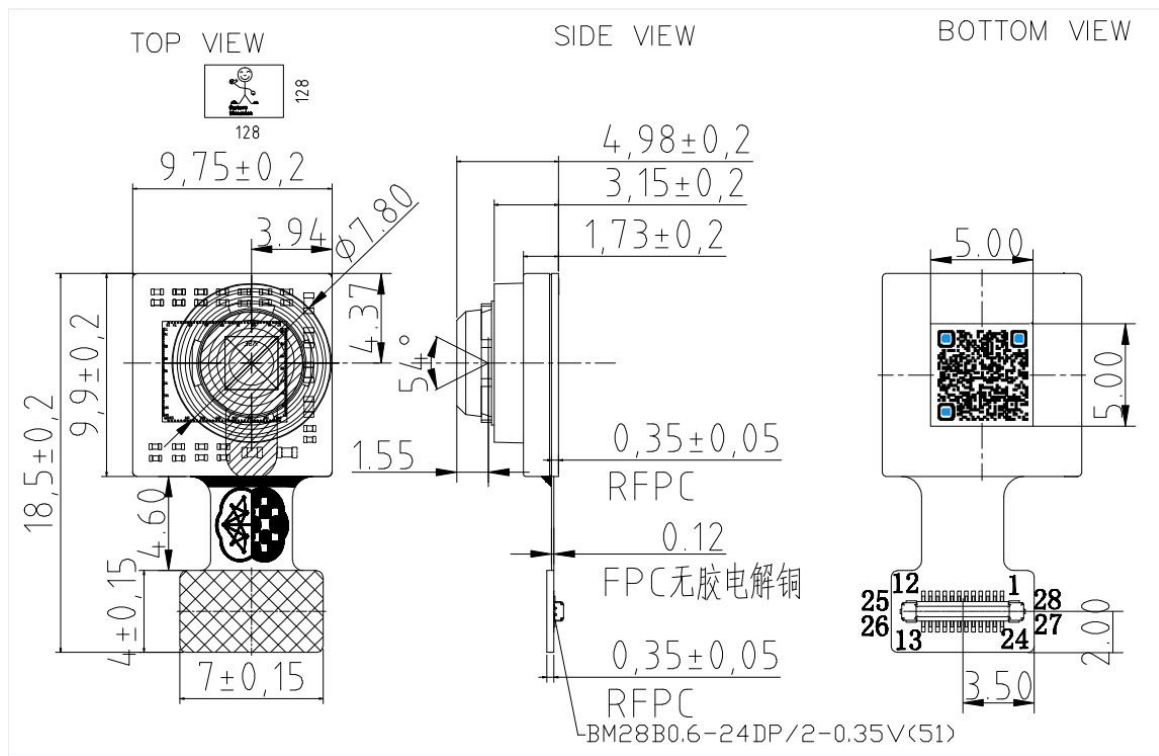


图 3: 模组尺寸 18.5x9.75x3.68mm

3.2. 模组镜头光学规格

COMPOSITION: 5 ELEMENTS, ALL PLASTIC
 SENSOR: 1/3" CMOS (4.713x3.494, DIAGONAL=5.867)
 EFLm=3.62
 FB=4.2±0.07 (AIR, INFINITY)
 =4.3±0.07 (INFINITY, WITH 0.3mm IR FILTER)
 =4.347±0.07 (AT 0.1m, WITH 0.3mm IR FILTER)
 FNO=1.85±3% (INFINITE)
 FIELD OF VIEW
 VERTICAL: 50.9° (Y'=1.747)
 HORIZONTAL: 65.4° (Y'=2.356)
 DIAGONAL: 77.2° (Y'=2.934)
 TV-DISTORTION (Traditional*2) < 1.5%
 RELATIVE ILLUMINANCE=32.1% (@Y'=2.934) (Ref.)
 CHIEF RAY ANGLE < 34.3°
 MAXIMUM IMAGE CIRCLE: Ø6.104
 IR-CUT COATING FILTER: NONE
 BARREL MATERIAL: PC (BLACK)

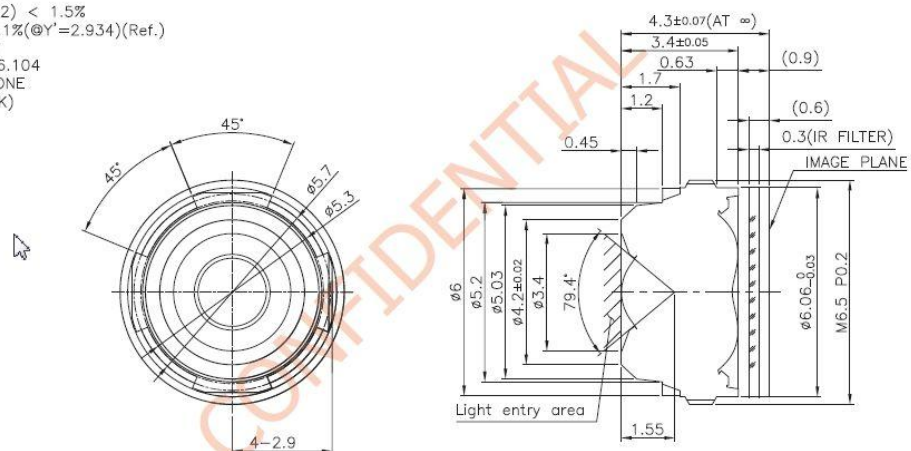


图 4: 3.62mm 镜头光学规格参数

说明：DVS 传感器在不同焦距镜头下的视场角的快速计算公式为：

$HFOV=2*ARCTAN(H/2EFL)$, $VFOV=2*ARCTAN-1(V/2EFL)$, 即 SYNS91105M 的 H-FOV=38.95°, V-FOV=38.95° (这里, $H = V = 2.56\text{mm}$, EFL 为镜头焦距, H-FOV 为水平视场角, V-FOV 为竖直视场角)。

*注 1: SynSense 时识科技另有发布的 1.98mm 镜头版本的光学模组, 规格详见附录 8.5 章; 其他规格需求请询时识业务部。

3.3. 模组接口

3.3.1 模组所配连接器 (型号 BM28B0.6-24DP/2-0.35V(51))

- 管脚数：24
- 脚间距：0.35mm
- 行数：2

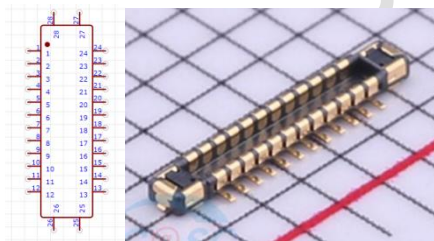


图 5：连接器 BM28B0.6-24DP/2-0.35V(51)

3.3.2 连接器的管脚定义

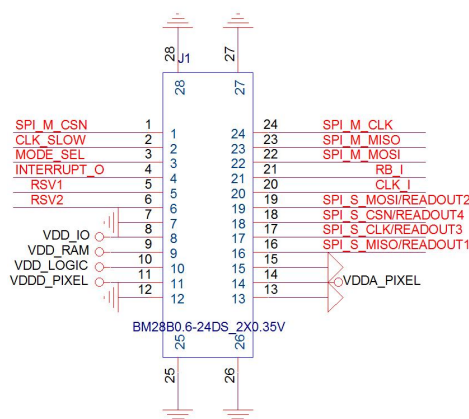


图 6：连接器管脚定义

3.3.3 模组上连接器的管脚用法

Pin No.	Pin Name	Usage
1	SPI_M_CSN	输入, SPI-master, 连接 Flash 或 NC (当外部处理器通过 SPI-slave 配置芯片时);
2	CLK_SLOW	输入, 用作 READOUT 的参考时间窗;
3	MODE_SEL	配置输入, 可 NC
4	INTERRUPT_O	输出, 芯片有效输出标志位, 可用户唤醒外部处理器;
5	RSV1	预留, NC (可用于供外部处理器侦测频闪);
6	RSV2	预留, NC
7	GND	GND
8	VDD_IO	电源输入, 芯片 IO 电源供应;
9	VDD_RAM	电源输入, 芯片内 ram 电源供应;
10	VDD_LOGIC	电源输入, 芯片内 logic 电源供应;
11	VDD_D_PIXEL	电源输入, DVS 阵列数字电源供应;
12	GND	GND
13	GND	GND
14	VDD_A_PIXEL	电源输入, DVS 阵列模拟电源供应;
15	GND	GND
16	SPI_S_MISO/READ OUT1	多功能管脚: 基于配置参数设置, 可用作输出 READOUT1; 也用作 slave 输入, SPI_MISO; 默认优先用作 slave, SPI_MISO;

17	SPI_S_CLK/READOUT3	多功能管脚： 基于配置参数设置，可用作输出 READOUT3；也用作 slave 输入，SPI_S_CLK； 默认优先用作 slave，SPI_S_CLK
18	SPI_S_CSN/READOUT4	多功能管脚： 基于配置参数设置，可用作输出 READOUT4；也用作 slave 输入，SPI_CSN； 默认优先用作 slave，SPI_CSN
19	SPI_S_MOSI/READOUT2	多功能管脚： 基于配置参数设置，可用作输出 READOUT2；也用作 slave 输出，SPI_MOSI； 默认优先用作 slave，SPI_MOSI
20	CLK_I	输入，芯片 SPI 等接口的参考时钟源；
21	RB_I	输入，系统复位，低有效；
22	SPI_M_MOSI	输入，SPI-master，连接 Flash 或 NC（当外部处理器通过 SPI-slave 配置芯片时）；
23	SPI_M_MISO	输入，SPI-master，连接 Flash 或接地（当外部处理器通过 SPI-slave 配置芯片时）；
24	SPI_M_CLK	输入，SPI-master，连接 Flash 或 NC（当外部处理器通过 SPI-slave 配置芯片时）；
25~28	GND or NC	接地，或 NC

表 1：管脚用法

4. 推荐工作条件

Parameter	Description	Min	Type	Max	Unit
VDD_IO	芯片 IO 电源域	1.8	2.5	3.3	V
VDD_RAM	片内分布式 ram 电源域	1.1	1.2	1.3	V
VDD_LOGIC	片内逻辑功能电源域	1.1	1.2	1.3	V
VDD_D_PIXEL	DVS 阵列数字电源域	1.1	1.2	1.3	V
VDD_A_PIXEL	DVS 阵列模拟电源域	1.1	1.2	1.3	V
Ta	(使用) 环境温度	15		65	°C
CLK	芯片接口用的参考时钟	25	25	100	MHz

表 2：推荐工作条件

说明：

- DVS 阵列的模拟电源 VDD_A_PIXEL 负载很轻，非常敏感，应由高品质 LDO 供应电源，且不可与 ram 或 logic 电源有交集；pcb 中须远离其他电源及信号；
- VDD_A_PIXEL 和 VDD_D_PIXEL 供电电压之间差值不超过 10%，例如如果 VDD_A_PIXEL=1.1V,那么 VDD_D_PIXEL 不大于 $1.1V \times 110\% = 1.21V$ 。
- 芯片的 ram 和 logic 电源负载轻，建议用 LDO 供应；
- 芯片内各电源轨 (VDD_RAM/VDD_LOGIC/VDD_D_PIXEL/VDD_A_PIXEL) 应注重供应质量，不得超过表格中规定电压范围。此外，为了更好的元器件寿命和性能，推荐电压工作范围为 $1V2 \pm 5\%$ ；
- 芯片 IO (VDD_IO) 支持宽电压范围 1V8~3V3，1V8 时芯片系统功耗更低，2V5 时性能最佳；
- 芯片上电顺序为：先复位芯片 (RB_I 置低)，然后 VDD_IO 先于芯片内其他电源供应，或者同时供应片内几个电源轨；直到确认各电源满足供应需求时，释放复位信号 (置高)；正常工作中，RB_I 应保持为高；
- 系统复位信号 RB_I，低有效；复位生效 (先置低，然后置高) 时，芯片配置全部被清空，此时芯片主动通过 SPI-master 从外部 FLASH 中抓取配置；无外部 FLASH 时，外

部处理器可通过 SPI-slave 给芯片下载配置。可在片外设置为上电复位,时间大于 1us;
推荐由外部处理器做芯片的复位管理;

- CLK 作为芯片 SPI 等接口的参考时钟源, 推荐为 25Mhz;
- 芯片的有效输出管脚为 Interrupt_O+READOUT[1:4]。

5. Speck™ 光学模组的硬件用法

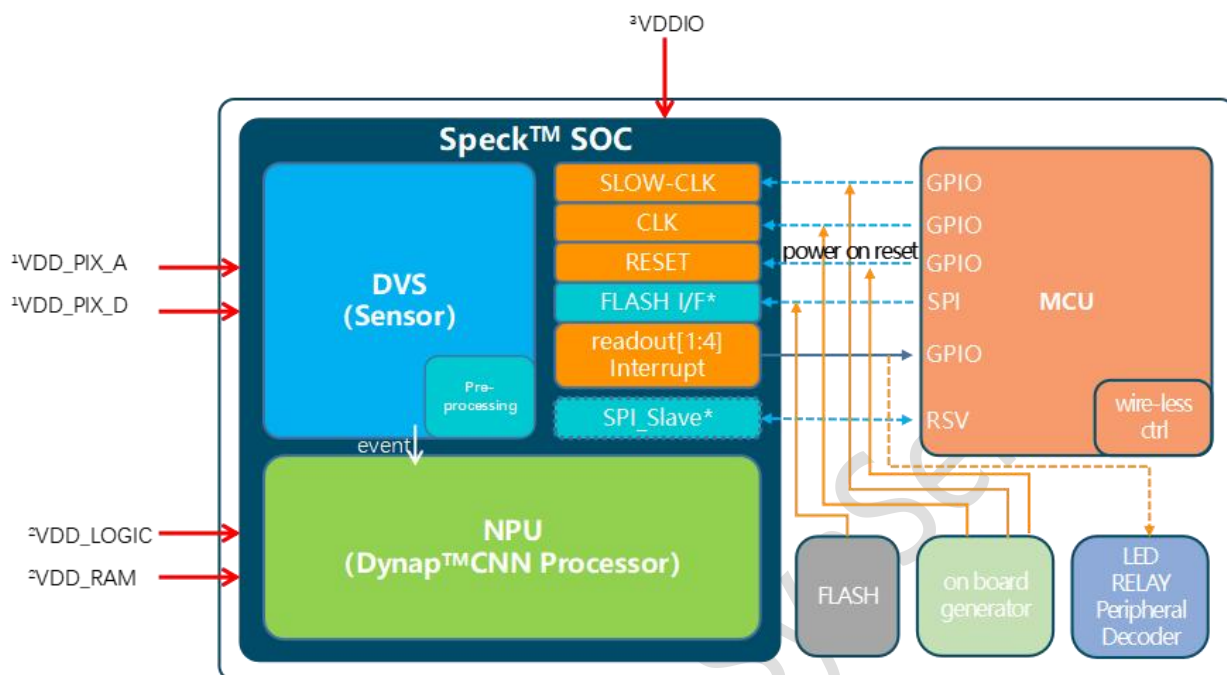


图 7: Speck™ 硬件用法示意图

说明:

- 根据芯片上电时序要求，系统上电过程中，应保持复位芯片（RB_I 为“低”）；先上电 IO，然后上电给 DVS（sensor）和 NPU（Dynap™ CNN Processor core），也可以同时上电 VDDIO 和 NPU 部分的 VDD_RAM/VDD_LOGIC 及 sensor 部分的 VDD_D_PIXEL/VDD_A_PIXEL；待确认芯片上电完成后，释放复位（RB_I 保持为“高”），然后配置 Speck™ 芯片；
- 复位和上电完成后，Speck™ 芯片可自动通过 SPI_master 接口（模组的 pin22--24，pin1）抓取存放于外部 flash 中的配置文件；也可由外部处理器通过 SPI-slave（模组的 pin16--19）配置 Speck™ 芯片。
- 注意：片外处理器应在 Speck™ 芯片复位生效至少 1s 后，方可通过 SPI-slave 下载配置给 Speck™ 芯片，且应令 SPI_M_MISO 接地以防误扰。

基于配置 Speck™ 的路径/办法，这里列举 2 种硬件参考电路

5.1. Speck™ 自启动，从外部 flash 中抓配置

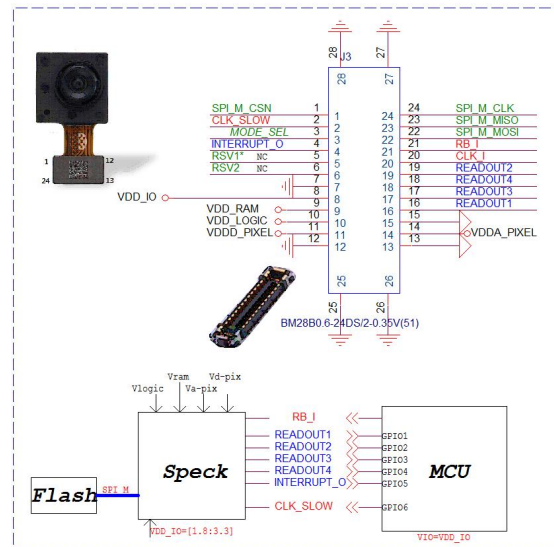


图 8：硬件接法 1，Speck™ 自动从 flash 中抓取配置

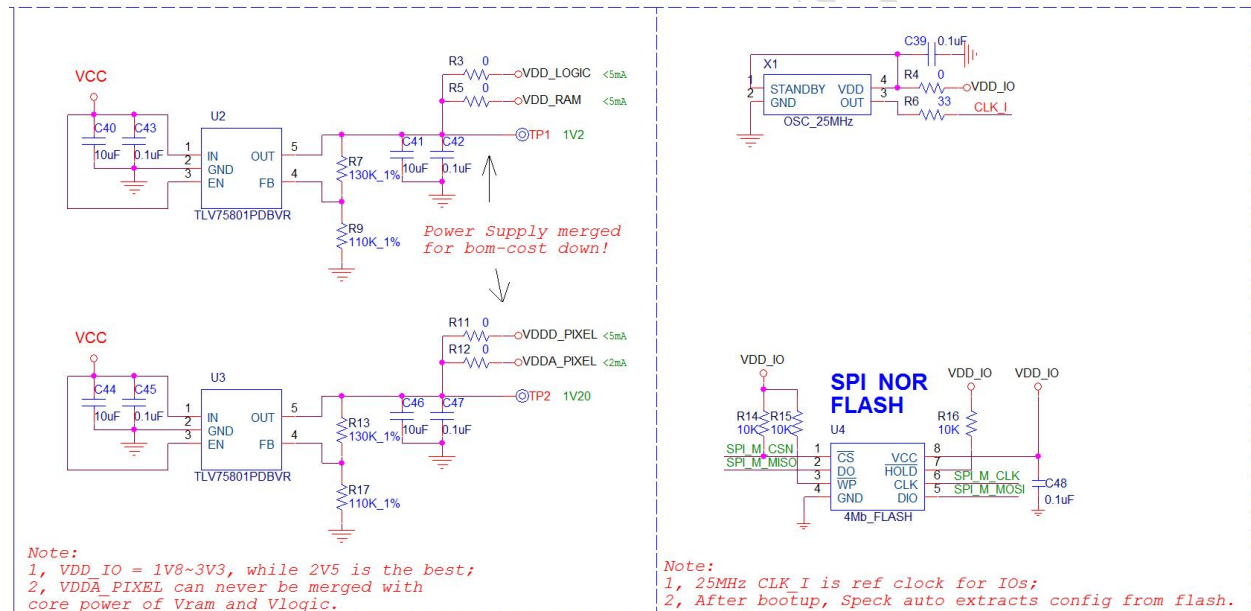


图 9：硬件接法 1 中的外围电路

说明：

- 应确保配置文件中正确设置寄存器的值，以令模组连接器上的 pin16~19 用作 READOUT[1:4]；
- DVS 和 NPU (DynaP™ CNN Processor core) 的 4 条电源轨最好单独供应，也可适当合并以节约成本（参考上图）；
- SLOW_CLK 为芯片输出 (Interrupt_O + READOUT[1:4], 下同) 的参考时间窗 (time-window)，应由具体应用确定其频率，一般小于 1k；
- 超低功耗芯片 Speck™ 输出 IO 的驱动力很弱，需做驱动增强后方可直驱外设如 LED 等。

5.2. Speck™ 被启动，由外部处理器下载配置

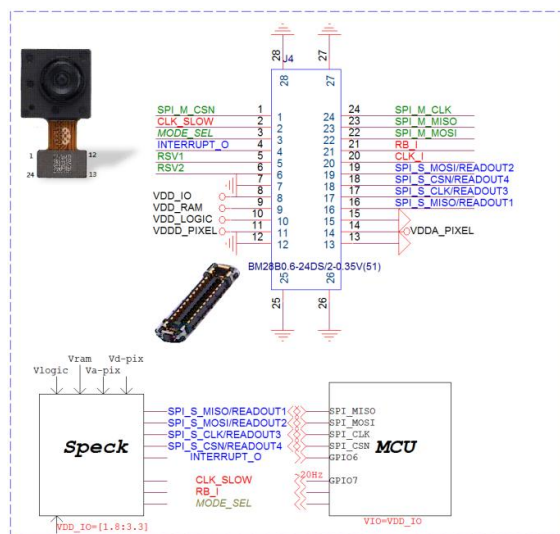


图 10：硬件接法 2，外部处理器配置 Speck™

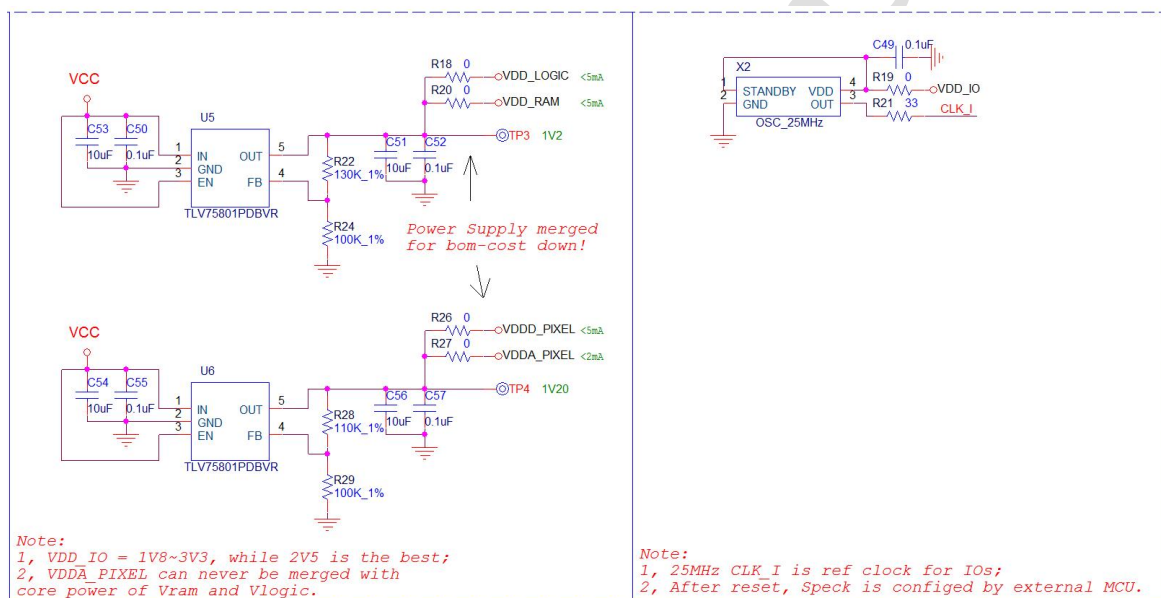


图 11：硬件接法 2 中的外围电路

说明：

- 外部处理器配置 Speck™ 芯片时，默认情况下，模组连接器上 pin16-19 用作 SPI-slave（应确认内部寄存器设置正确的值，且令 SPI_M_MISO 接地）；
- DVS 和 NPU (Dynap™ CNN Processor core) 的 4 条电源轨最好单独供应，也可适当合并以节约成本，参考上图）；
- 复位和上电完成后，外部处理器通过 SPI-slave（模组 pin16--19）配置 Speck™ 芯片或访问片内寄存器 /ram；配置完成后，可通过设置内部寄存器的值以令模组的 pin16--19 功能复用为 READOUT[1:4]，用于芯片输出；寄存器的设置即时生效；复位或断电后，配置（配置文件与寄存器的值）失效；

- SLOW_CLK 为芯片输出的参考时间窗（time-window），应由具体应用确定其频率，一般小于 1k。

5.3. Speck™ 输出管脚说明

- 默认情况下，Speck™ 芯片/模组的输出管脚的初始状态都为低（“0”）：
- 芯片执行的某算法任务中，当（任一个）最大活跃类的值超过预设阈值，或手动修改（改小）预设阈值时，则在 SLOW_CLK 的低周期段内，Interrupt_O 脚将短暂置高（*）；而在 SLOW_CLK 高周期段内，Interrupt_O 恒为低；
- READOUT[1:4]反应了芯片执行算法的结果输出中，最活跃类别的索引号：在 SLOW_CLK 的周期内，一旦某一个活跃类别的峰值超过了预设阈值，或手动修改（改小）预设阈值，则对应该活跃类别的索引号将被激活，并输出（反应）到 READOUT[1:4]管脚上；
- Speck™ 芯片/模组的输出都是参考 SLOW_CLK：其中，在一个 SLOW_CLK “读出”周期内，Interrupt_O 管脚有短暂的（<3us）拉高（置“1”），然后迅速被更新，重回到“低”状态（置“0”），而 READOUT[1:4]的状态会保持一个 SLOW_CLK 周期的长度，直到在下一次 Interrupt_O 状态有变化时，才会被改写（参考下图 12）

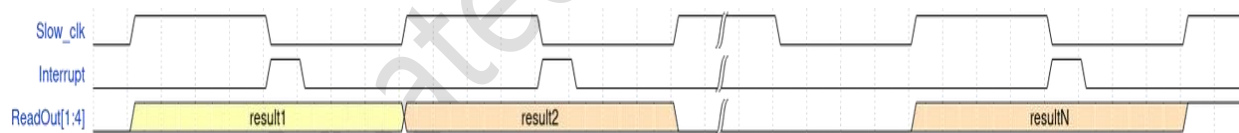


图 12：芯片的输出（Interrupt_O + READOUT[1:4]）参考 SLOW_CLK

- 从上图可以看出，芯片执行算法任务并有明确计算结果时，必然会有输出管脚状态的翻转；每个 Interrupt_O 信号变化，必伴随有 READOUT[1:4]信号变化，即 Speck™ 芯片最大输出 16 个不同的计算结果，其中一般建议 H' 0 用作无效分类，也就是算法模型最大可得 15 种有效值；
- 4 位 READOUT 输出反应了最新的最活跃类别序列号；因此，如在仅需 4 个分类的应用中，CNN 层可被配置为使得 4 个 READOUT 输出分类序列号被编码为 1、2、4、8，此时 READOUT 每个输出管脚刚好直接对应一个最感兴趣的分类（序列），而无需译码器再做二进制数字解析；

- 因此，Speck™ 配置完成并执行计算时，外部处理器可通过监听 Interrupt_O 的状态变化，进而唤醒系统去获取 READOUT[1:4]中包含的计算结果（参考第 7 章：后处理）。

说明*：Interrupt 与 slow-clk 下降沿，及 READOUT[1:4]与 slow-clk 上升沿之间有极短延迟。

5.4. SPI-slave 接口

Speck™ 芯片支持外部处理器通过 SPI-slave 接口访问和修改片内寄存器和 sram 的值。该 SPI-slave 接口支持模式 0 和模式 3，最高速率为 CLK/16（如 CLK=100Mhz，则 SPI-clk 最高为 6.25Mhz；对应地，如 CLK=25Mhz，则 SPI-clk 最高为 1.5625Mhz）（SPI 在时钟上升沿采样，下降沿读出）。

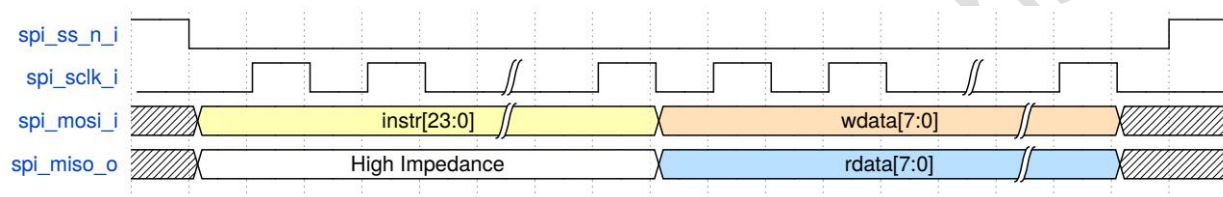


图 13: SPI 单次访问波形示意图

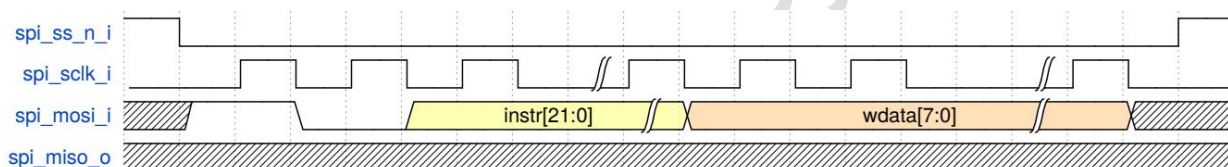


图 14: SPI 单次写波形示意图

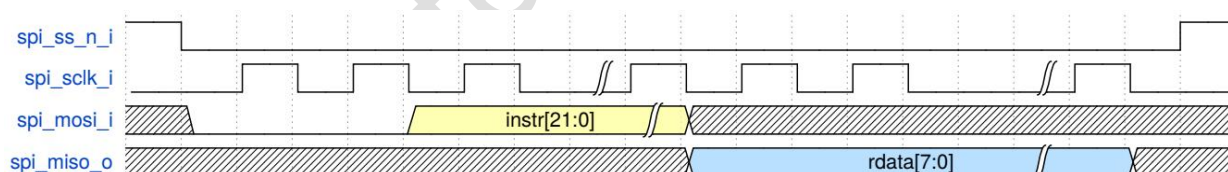


图 15: SPI 单次读波形示意图

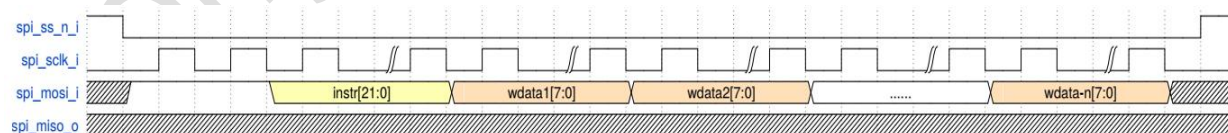


图 16: SPI 突发写波形示意图

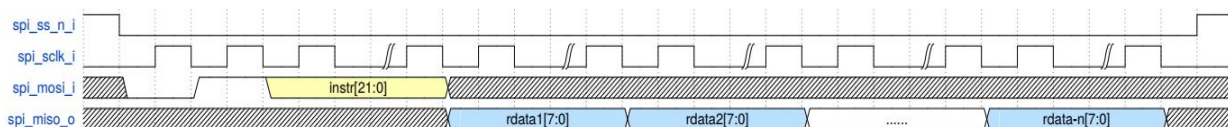


图 17: SPI 突发读波形示意图

6. 芯片配置办法

如上文，Speck™ 芯片有两种配置办法，分别是 Speck™ 通过自带的 SPI（master）接口主动从外部 flash 中抓配置和 Speck™ 通过自带 SPI（slave，管脚复用）接口从外部处理器中接收配置。配置文件包含对芯片内部寄存器的设置及将算法模型“写入”片内 sram 对应的不同的 CNN layer（参见 8.4 章《存储容量》）。

6.1. 利用 SynSense 工具链 Samna 生成 Speck™ 配置二进制文件

在这里我们示范如何在 Python 环境中生成一个默认配置：

```
import samna

# 获取默认配置
config = samna.speck2f.configuration.Speck™Configuration()

# 转换成二进制
binary = samna.speck2f.configuration_to_flash_binary(cfg)

with open('config.bin', 'wb') as f:
    for b in binary:
        f.write((b).to_bytes(1, byteorder = 'little'))
```

6.2. Speck™ 自动从 flash 中抓取配置

- 芯片系统上电和复位后，优先扫描 SPI-master 接口，嗅探是否有外部 flash 器件及正确的配置文件；如是，则 Speck™ 将自动从 flash 中抓取配置信息。
- 请按照 Samna 指定要求，正确生产 bitstream；和应设置正确的寄存器值，以确保模组 pin16·19 可用作芯片输出 READOUT[1: 4]；
- （如 SPI-M-MISO 恒为低，或芯片系统扫描超时后，会转为嗅探 SPI-slave 接口，即等待外部处理器下载配置信息）

6.3. 外部处理器配置 Speck™

芯片支持被动配置的方式（外部处理器通过 SPI-slave 接口下载配置文件给 Speck™），当芯片上电后，若在 SPI-master 接口上未检测到 6.2 节所述的 flash 器件和配置文件，可由外部处理器通过 7.4 节所述 SPI-slave 接口对芯片进行配置。

配置过程：

- 确保 Speck™ 的配置文件存于外部处理器的 ROM 中；
- 外部处理器将 ROM 中的 Speck™ 配置通过 SPI 接口写入 Speck™ 芯片；

外部处理器资源需求：

- SPI master 接口：4 线 SPI(CSn,SCLK,MOSI,MISO)，支持模式 0 或模式 3；
- ROM：384KB，存放配置（后续优化后会更小）；
- RAM：取决于处理器硬件规格和 SPI 驱动；

7. 后处理

类脑智能动态视觉 SoC，Speck™ 在实际应用场景中，永远在线（always-on）地工作，即不停地分析和计算，并实时给出基于 sCNN 的分类索引[0,1,2,3...15](Speck™ 最大支持 15 个有效分类+1 个无效分类)。此索引由 4 个 READOUT pin 脚表示，将 4 比特二进制转换为[0-15]分类索引这一过程通常依赖于外部计算资源，例：

0011 → 3

1000 → 8

0101 → 5 等

此外，外部计算资源可以进一步利用分类索引实现预期的逻辑操作/状态机转换/频率控制/滤波等。例如：

- 为了减少分类器偶然出现的假阳性输出：可以利用计数器统计同一分类连续出现的次数配合阈值。
- 为了实现开关的状态机控制：可以利用相应分类的输出在 MCU 侧利用全局变量控制状态机中的状态转换。

注意：不同应用场景的后处理办法将有所不同。

更一般地，后处理指利用外部资源（如微处理器）对 Speck™ 的芯片输出所进行的运算/逻辑操作，其主要用途是计算最多 15 个神经元在参考时间窗口内的滑动均值，提供 15 个神经元的最大均值，并将计算的滑动均值与指定阈值进行比较。Speck™ 的 5 个输出引脚（Interrupt_O 和 READOUT[1:4]）专用于直接读出最大活动级别，这些引脚设计用于直接读出最大峰值类别（有或无活动阈值）。

8. 附录

8.1. 非理想场景及影响因素声明

Speck™ 片内集成了动态视觉传感器 (DVS) 和专用的类脑视觉处理器内核 (DynaTMCNN)，整个芯片系统的输入就是光，即照明条件将直接极大的影响、干扰甚至破坏设备的工作状态，这里主要是照度和频闪两个外部因素；其次，跟其他很多传感器，尤其 RGB 传感器一样的，镜头上的污物，及场景中的烟、雾甚或被直接遮盖，也将影响或破坏系统应用方案的正常执行；再者，极端（高或低）温度也会影响甚至破坏硅基芯片的正常工作。

8.1.1 光照

- (1) 所有的传感器都会同时产生信号和噪声；对于依赖光线的传感器，如动态视觉传感器 (DVS) 在低光照下，信号（有效事件）极大减少，此时背景噪声占比更大；也许肉眼依稀可见目标动作轮廓，但对算法模型提出极大挑战；实际上，当前所有主流 DVS 厂商在实验室测得芯片内动态视觉传感器 (DVS) 的动态范围非常宽，理论上支持在很低照度下的成像；但此时，因有效“事件”过于稀疏，不足以有效支撑应用需求；
- (2) SynSense 时识科技的 Speck™ 芯片内集成的动态视觉传感器，实验室测得的数据显示应可支持到~10 lux 光照下的 DVS 成像，但实测典型应用模型中发现：

- 10~20 lux 场景中，目前的应用算法模型性能明显下降；
- 20~50 lux 场景中，应用算法模型的延迟有少许增加，有可能漏判和误判 (<5%) ；
- >50 lux 场景中，应用算法模型稳定工作，输出高可靠性结果 (>95%) ；

(3) 国家照度标准值（节选）

居住建筑照明标准值		
房间或场所	参考平面及其高度	照度标准值(Lx)
起居室（一般活动）	0.75m 水平面	100
起居室（书写，阅读）	0.75m 水平面	300
卧室（一般活动）	0.75m 水平面	75
卧室（书写，阅读）	0.75m 水平面	150
餐厅	0.75m 餐桌面	150

厨房（一般活动）	0.75m 水平面	100
厨房（操作台）	台面	150
卫生间	0.75m 水平面	100
注：宜用混合照明。		
商业建筑照明标准值		
房间或场所	参考平面及其高度	照度标准值(Lx)
一般商店营业厅	0.75m 水平面	300
高级商店营业厅	0.75m 水平面	500
一般超市营业厅	0.75m 水平面	300
高级超市营业厅	0.75m 水平面	500
收款台	台面	500
图书馆建筑照明标准		
房间或场所	参考平面及其高度	照度标准值(Lx)
一般阅览室	0.75m 水平面	300
国家、省市及其他重要	0.75m 水平面	500
老年龄阅览室	0.75m 餐桌面	500
珍善本与图书阅览室	0.75m 水平面	500
陈列室、目录厅(室)出	0.75m 水平面	300
书库	0.25m 水平面	50
工作间	0.75m 水平面	300
办公建筑照明标准值		
房间或场所	参考平面及其高度	照度标准值(Lx)
普通办公室	0.75m 水平面	300
高档办公室	0.75m 水平面	500
会议室	0.75m 餐桌面	300
接待室、前台	0.75m 水平面	300
营业厅	0.75m 水平面	300

设计室	实际工作面	500
文件整理、复印、发行	0.75m 水平面	300
资料档案室	0.75m 水平面	200
学校建筑照明标准值		
房间或场所	参考平面及其高度	照度标准值(Lx)
教室	课桌面	300
实验室	实验桌面	300
美术教室	桌面	500
多媒体教室	0.75m 水平面	300
教室黑板	黑板面	500
医院建筑照明标准值		
房间或场所	参考平面及其高度	照度标准值(Lx)
治疗室	0.75m 水平面	300
化验室	0.75m 水平面	500
手术室	0.75m 水平面	750
诊室	0.75m 水平面	300
候诊室、挂号厅	0.75m 水平面	200
病房	地面	100
护士站	0.75m 水平面	300
药房	0.75m 水平面	500
重症监护房	0.75m 水平面	300
公用场所照明标准值		
房间或场所	参考平面及其高度	照度标准值(Lx)
门厅（普通）	地面	100
门厅（高档）	地面	200
走廊，流动区域（普通）	地面	50
走廊，流动区域（高档）	地面	100
楼梯、平台（普通）	地面	30

楼梯、平台（高档）	地面	75
自动扶梯	地面	150
厕所、浴室（普通）	地面	75
厕所、浴室（高档）	地面	150
电梯前厅（普通）	地面	75
电梯前厅（高档）	地面	150
休息室	地面	100
储藏室、仓库	地面	100
车库（普通）	地面	75
车库（高档）	地面	200
注：居住、公共建筑的		

表 3：国家照度标准值（节选）

8.1.2 频闪

- (1) 同所有基于光线的传感器，Speck™ 芯片内集成的动态视觉传感器（DVS）也会对光的低频“开/关”敏感。从 DVS 成像原理上分析，对于低频频闪，有效“事件”容易被淹没在频闪噪声中；
- (2) Speck™ 芯片可以在符合 GB/T31831《LED 室内照明技术应用要求》国标的工频闪烁条件下正常工作；对于超过国标的工频闪烁，Speck™ 芯片内集成了抗频闪过滤器，可开启片内工频过滤器进行优化。但碍于超过国标的工频闪烁场景种类繁多，内置抗频闪过滤器暂无法完全消弭/有效抑制非国标段所有的频闪；
- (3) 应用中的环境光，只要主要光源无非国标的闪烁频段或频闪波动深度较浅，则不会对 Speck™ 的应用模型造成很大的干扰或破坏，即 Speck™ 和应用算法模型本身，可以容忍应用场景中的次要光源（直射和目标成像的反射的光的闪烁频率和波动深度）有些许超过国标的频闪（低风险区域，参见 8.2 章《频闪背景知识》）；

8.1.3 遮挡，烟、雾

- (1) 遮挡肯定会影响成像完整性，进而直接破坏算法应用模型的正确执行；

(2) 淡的烟、雾是应用算法模型可以容忍的，但浓烟或凝雾，如同镜头被遮挡。

8.1.4 极温

- (1) Speck™ 片内集成的动态视觉传感器（DVS）上有大量模拟电路，对温度敏感，超出商规的应用场景温度，将直接导致 DVS 成像功能的部分丧失，严重者直接失效；
- (2) Speck™ 光学模组的制备，同 RGB 光学模组的，考虑到该模组的制备情况，也不适应在超过支持范围以外的温度条件中使用；当前 Speck™ 芯片和光学模组，可在 0~65° 环境中使用，强烈推荐在 15~65° 场景中使用以确保 DVS 成像更稳定。

8.2. 频闪背景知识

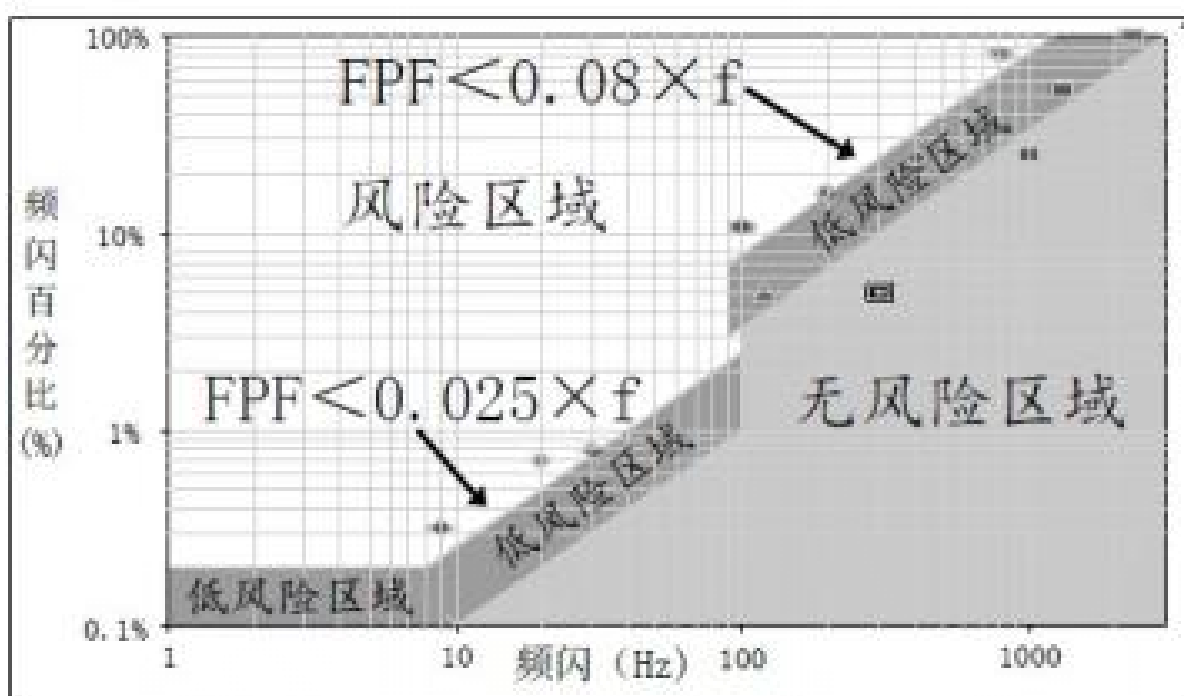


图 18：IEEE 对灯具频闪百分比的风险区域定义

- 依据 IEEE std 1789-2015 文件，灯具频闪低风险限值可参照下表：

低风险频闪百分比（波动深度）要求	
频闪（波动）频闪 f	频闪百分比（波动深度）FPF 限制值%
<8Hz	$FPF \leq 0.2$
8 - 90Hz	$FPF \leq 0.025 \times f$
90 - 1250Hz	$FPF \leq 0.08 \times f$
>1250Hz	低风险豁免

表 4： IEEE 灯具频闪低风险限值

- 依据国内 GB/T31831 文件《LED 室内照明技术应用要求》，对灯具频闪百分比无危害限值规定如下表：

无危害频闪百分比（波动深度）要求	
频闪（波动）频闪 f	频闪百分比（波动深度）FPF 限制值%
10 - 90Hz	$FPF \leq 0.01 \times f$
90 - 3125Hz	$FPF \leq 0.08 \times f / 2.5$
f > 3125Hz	高频豁免

表 5：中国国家标准频闪百分比要求

8.3. 某典型应用场景中的实测功耗

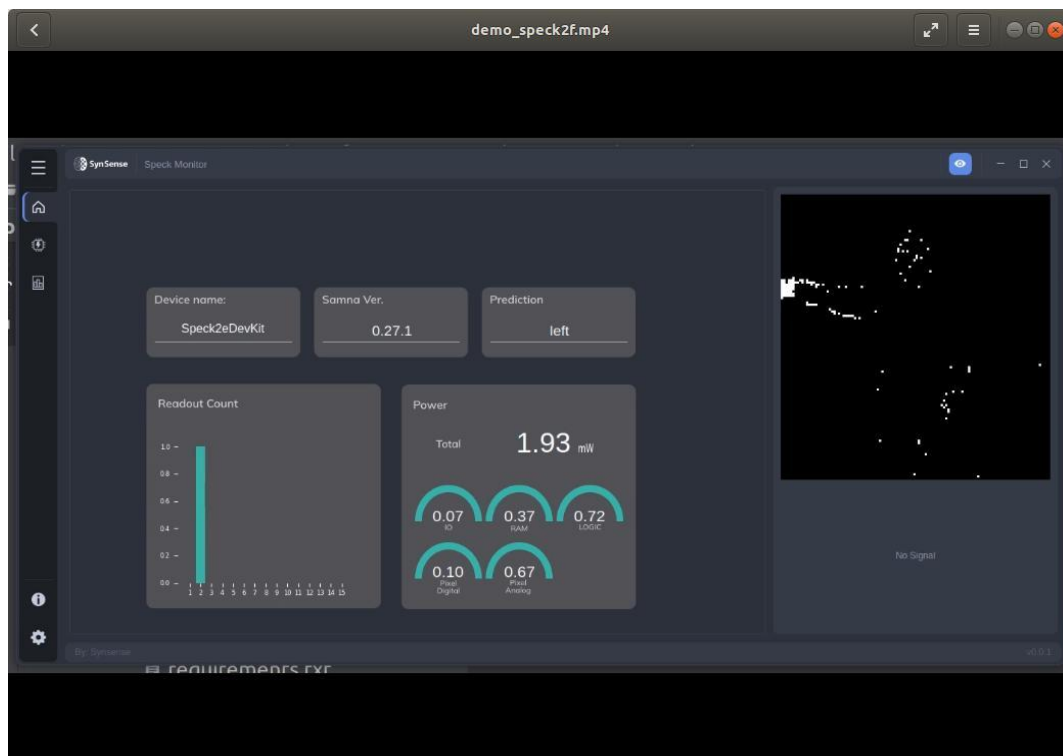


图 19（1）：某 body gesture 模型使用了 4 层 CNN 资源（IO=2V5，其他电源轨为 1V2）

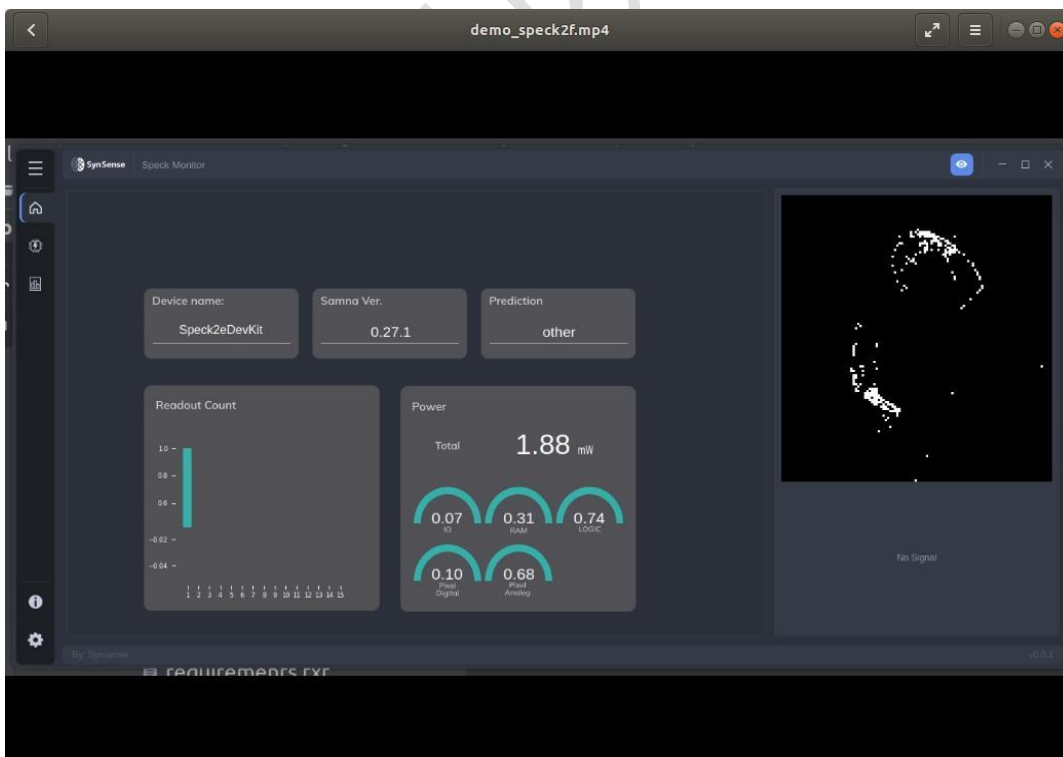


图 19（2）：某 body gesture 模型使用了 4 层 CNN 资源（IO=2V5，其他电源轨为 1V2）

说明：截图自 Samna Visualizer

8.4. 存储容量

Speck™ 内置了 9 个 Dynap™ CNN 处理器核（core），每个核被用作一个卷积神经网络（CNN）层。这些核/层的存储容量是不同的，并限制了特定核实现更大规模层，详见下表：

Core	Kernel memory	Leak memory	Neuron memory
0	16 Ki	1Ki	64 Ki
1	16 Ki	1Ki	64 Ki
2	16 Ki	1Ki	64 Ki
3	32 Ki	1Ki	32 Ki
4	32 Ki	1Ki	32 Ki
5	64 Ki	1Ki	16 Ki
6	64 Ki	1Ki	16 Ki
7	16 Ki	1Ki	16 Ki
8	16 Ki	1Ki	16 Ki

SRAM	Filter memory (WORD)
DVS Filter	16Ki

	Memory Type	Word Length
1	Kernel	8 bits
2	Neuron	16 bits
3	Leak	16 bits
4	Filter	16 bits

设一个脉冲卷积神经网络的输入特征数量为 c ，输出特征数量为 f ，卷积核的大小为 k_x 和 k_y 。理论上其内核 KM 所需要的内存大小为：

$$K_M = cf k_x k_y$$

但是因为芯片内存架构的原因，其实际所占用内存为：

$$K_{MT} = C \cdot 2^{\lceil \log_2(k_x k_y) \rceil + \lceil \log_2(f) \rceil}$$

芯片的神经元所需内存取决于脉冲卷积神经网络的输入特征尺寸 c_x 和 c_y ，以及步长 (stride) s_x , s_y 和填充 (padding) p_x , p_y ：

$$f_x = \frac{c_x - k_x + 2p_x}{s_x} + 1$$

$$f_y = \frac{c_y - k_y + 2p_y}{s_y} + 1$$

$$N_M = f_x f_y$$

同样因为芯片内存架构的原因，其实际所占用内存为：

$$N_{MT} = f \cdot 2^{\lceil \log_2(f_y) \rceil + \lceil \log_2(f_x) \rceil}$$

8.5. 1.98mm 镜头规格

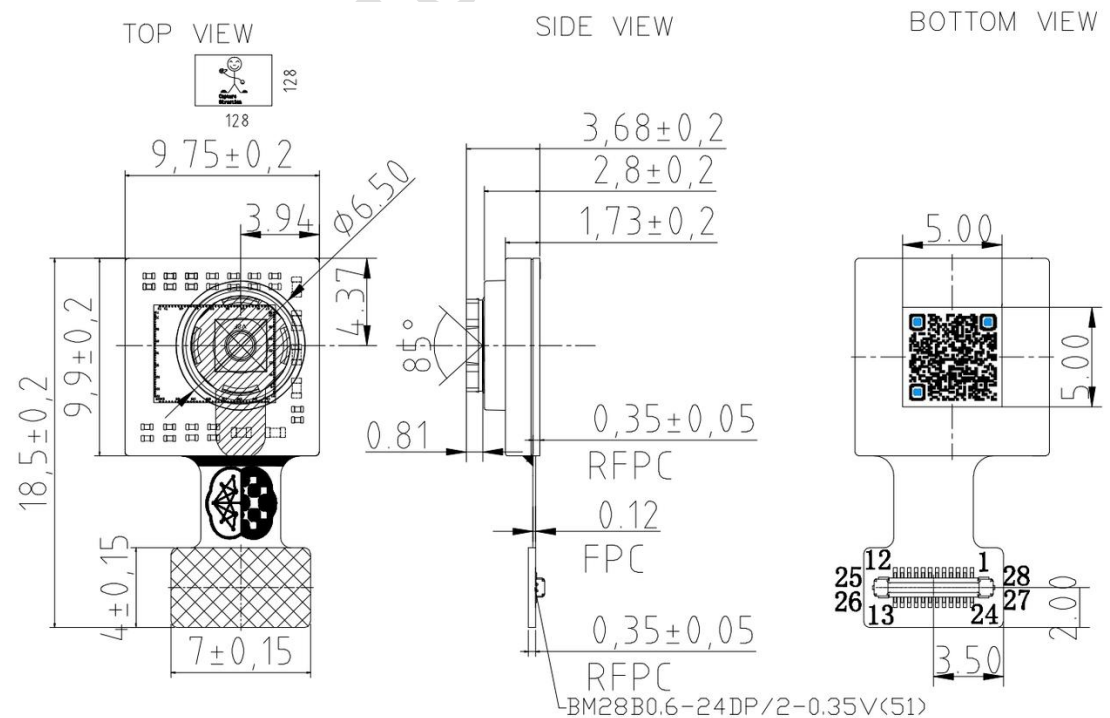


图 20： 1.98mm 模组尺寸 18.5x9.75x3.68mm

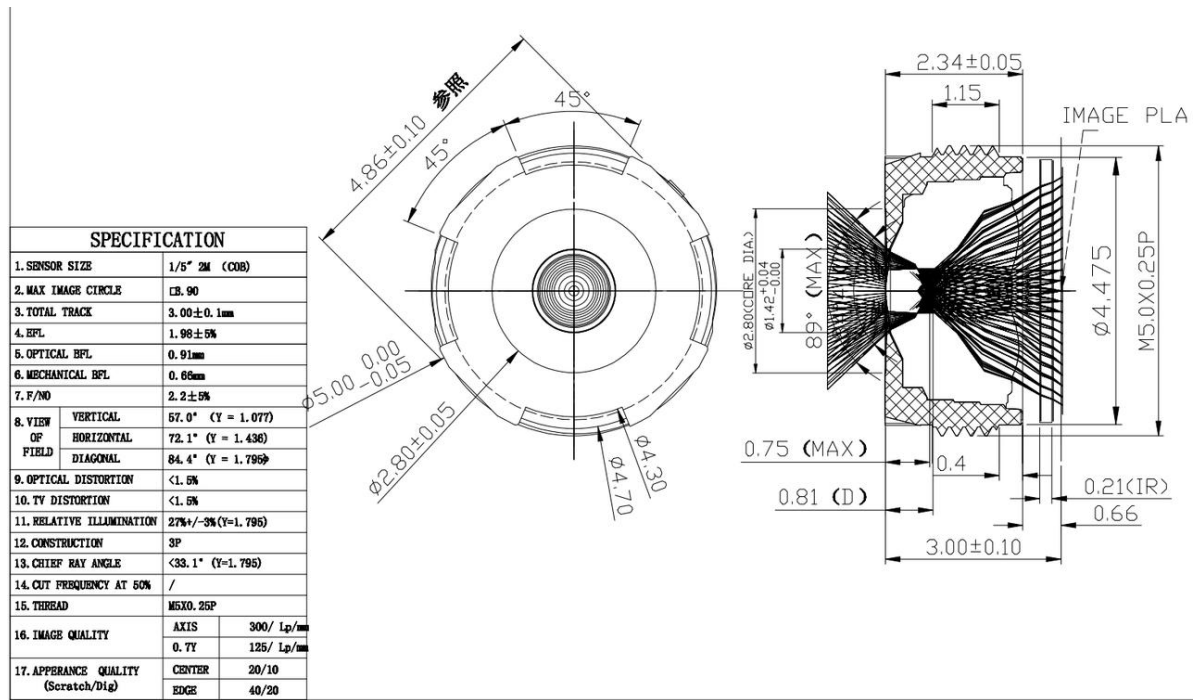


图 21： 1.98mm 镜头光学规格参数

根据公式： $HFOV=2*ARCTAN(H/2EFL)$, $VFOV=2*ARCTAN(V/2EFL)$,

计算得到 SYNS91105M (1.98mm 镜头) 的近似视场角为：水平视场角 H-FOV=65.8°，竖直视场角 V-FOV=65.8°

(这里， $H=V=2.56mm$)。

8.6. 其他

更详细的 Speck™ 芯片输出的读取原理与办法，以及片内 CNN 等资源配置调用办法，请咨询[技术支持](#)或访问 SynSense 时识科技在 GITLAB 上的[公开资料](#)。

9. 文档更新记录

序号	版本号	时间	修改人	修改内容
1	V0.1	2023.02	FAE	初始版本
2	V0.2	2023.03	FAE	● 更正几处书写问题; ● 更新 8.1.2 和 8.4; ● 更正图 3 和图 12; ● 新增 8.5 章《1.98mm 镜头规格》。

10. 订购须知

请联系 SynSense 时识科技销售 sales@synsense.ai。



让 智 能 更 聪 明